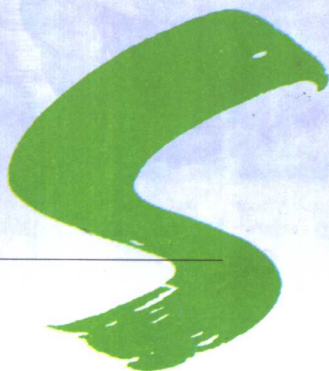


科 学 家 谈 生 物

KEXUEJIA TAN SHENGWU



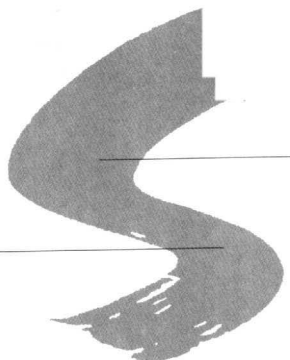
伟大的创举、精细的操作 ——基因工程

WEIDA DE CHUANGJU, JINGXIN DE CAOZUO—JIYIN GONGCHENG

盛祖嘉 编著



湖南教育出版社



科学家谈生物

KEXUEJIA TAN SHENGWU

伟大的创举、精细的操作 ——基因工程

WEIDA DE CHUANGJU, JINGXIN DE CAOZUO —JIYIN GONGCHENG

盛祖嘉 编著

湖南教育出版社

伟大的创举、精细的操作——基因工程

盛祖嘉 编著

责任编辑:刘百里

湖南教育出版社出版发行

湖南省新华书店经销 长沙市银都教育印刷厂印刷

850×1092 长 32 开 印张:7 字数:110000

1999 年 10 月第 1 版 1999 年 10 月第 1 次印刷

印数:1—3000

ISBN7—5355—2617—9/G·2612

定价:11.20 元

本书若有印刷、装订错误,可向承印厂调换

(厂址:长沙市远大一路马王堆 邮编:410001)

编者的话

五年前，我们便酝酿出版一套面向中学生的生物学科普读物，经过不懈的努力，在二十几位中国科学院院士、研究员、教授的大力支持下，终于撰写出了这套《科学家谈生物》丛书。

生物科学近年来发展很快，随着学科的交叉和新兴交叉学科的不断涌现，传统的学科界限正在消失。对于即将到来的激动人心的生物科学时代，两极的发展加快，细胞、分子、量子生物学和种群、生态、生物圈的研究加强；生物科学与物理、化学、数学、技术科学的交叉渗透大大增强，边缘学科迅速发展；生物科学中重大问题的多学科、多层次、多方法的综合研究日益受到重视；受现代新兴学科的推动，生物科学朝着从定性到定量、从实验到理性、从描述到数学模式、从分析到综合的方向发展。

面对生物科学的蓬勃发展，世界各国都作出了积极反应。如美国则作出了“人类基因组”（又称人体“阿波罗”）和“脑的十年”两个重要的研究计划。

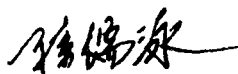
在人才培养和经费保障方面都做了很充分的准备。美国现在每年培养的博士有30万，其中51%~52%是属于生物学领域的；美国联邦政府每年拨款的科研经费上千亿美元，生物科学所占的比例将近一半。

国际上对生物科学都十分重视，已经造成了世界范围内生物科学家求职较易、需求人才极多的局面。

另外，生物科学在精神文明建设中也发挥着巨大作用，破除迷信，辨识真伪科学。在农村普及生物科学知识，倡导科学种田，促进科技兴农，大面积提高农、牧、林、副、渔业的产量和质量，脱贫致富。提倡计划生育，优生、优育。加强对环境和整个生态系统的保护，有利于人类和自然的和谐发展，都将得益于生物科学的发展和普及。

本套丛书的编撰，力求做到内容新颖，以生动、活泼的语言，流畅、通俗的文字，反映当前世界上最新的成果、最新的动态、最新的发展趋势。但又必须保证其科学性、知识性、预见性、启发性，让读者能真正开卷有益。

中国科学院院士
北京师范大学教授



1996年11月30日

序

读后

生物科学是研究一切生命现象及其运动规律的科学总称。由于它与人类生存、人民健康和社会发展密切相关，生物科学一直是自然科学中最受关注的学科之一。特别是近半个世纪以来得到迅猛发展的现代生物科学，更有可能成为 21 世纪自然科学的主角。

生物科学是农业生产的理论基础。近两百年来，生物学家将地球上的生物进行了科学分类，并初步揭示了绿色植物光合作用的秘密、生物新陈代谢的生理生化机制和生长、发育、生殖、遗传、进化的规律。在这些研究的基础上，农业科学家培育出了各种优良的动植物品种，研究出了各种农业生物优质高产的生产技术，从而促进了农业生产率的大幅度提高，满足了人类的生活需要。但是，随着人口的急剧增加和耕地面积的减少，对农业生产的

要求越来越高，科学家必须培育更多的高产、优质、抗逆、抗病虫的动植物品种，提供效率更高的高产优质生产技术和更好保护地球环境的可持续发展策略。要做到这些，必须依靠现代生物科学和技术的发展。

依靠生物学和医学的帮助，人类已经战胜了天花、霍乱、伤寒、鼠疫、结核等许多可怕的疫病。但人类的生命仍然面临着免疫系统疾病、恶性肿瘤、心血管病和遗传性疾病的严重威胁，而现代生物科学的发展可以为人类降服这些病魔奠定胜利的基础。

现代生物科学是依靠化学、物理学、数学和技术科学之助成长发展起来的，而生物科学的成就也成为工程原理和技术思想的源泉。可以预期，在 21 世纪，生物科学与技术科学和其他自然科学会更紧密地结合，从而导致计算机、人工智能、机器人、生物工程和太阳能利用等高技术领域的革命性变化。

生物科学对人类社会的发展实在是太重要了。要把握住新世纪的脉搏，就必须多了解一些生物科学的知识。湖南教育出版社的这套《科学家谈生物》丛书，正好可以满足读者的需要。丛书各册均由著名的生物学家撰写，内容丰富，深入浅出，较好地介绍了生物科学方方面面的研究和发展概况，是值得一读的生物科学普及读物，故乐于为之作序，并郑重向读者特别是青少年朋友推荐。

前 言

本书本来是为中学生所写的一本课外读物。在写作过程中读到文汇报上陆续登载着的有关基因工程的新闻报道：“基因治疗肺癌前景看好”、“为解开水稻遗传奥秘铺平道路的水稻基因组物理图谱”、“克隆绵羊”等等。这些报道说明两个问题，一是基因工程的前景愈来愈充满生机，二是基因工程已走出象牙之塔，来到人们日常生活之中。由此看来，科普工作已不限于为中学生提供课外读物，而是加强公众对科学理解，提高全民科学素养所需要。作者因此除了将本书奉献于渴望求知的青年学生外，并愿借花献佛，将本书奉献给愿在看报之余寻根究底，多了解一些有关基因工程知识的广大读者。

本书并非教科书，所以已尽量避免技术性的细节。如果（像书中那个中学生×××所说的那样）

还感到读起来并不那么轻松，那么可以根据各人的情况再自行略去一些留下来的比较技术性的内容，然后即使粗读一遍至少可以了解这一学科的鸟瞰全貌；或者在饭后茶余看看那里面的照片、楔子和跋，再翻阅一些趣闻轶事，也可以借此对那些埋头于实验室中的科学家增加一分理解。

盛祖嘉

1997年3月于复旦大学

主 编 孙儒泳

副主编 刘建康 张弥曼

编 委 孙儒泳 * 王志均 * 刘建康 *

张弥曼 * 荆其诚 盛祖嘉

戎诚兴 许世彤 叶祥奎

尚玉昌 戴君惕 刘百里

有 * 号者为中国科学院院士

目 录

楔子	(1)
I. 基因	(6)
基因和遗传	(6)
基因和染色体	(16)
基因和 DNA	(32)
基因和蛋白质	(57)
基因和基因工程	(67)
II. 分子遗传学	(72)
前奏曲	(72)
序幕	(78)
遗传密码	(91)
基因表达	(99)
基因调控	(110)
基因突变	(123)

Ⅲ. 基因工程	(134)
一、基因工程的工具	(135)
限制酶	(135)
DNA 聚合酶等	(141)
基因载体	(149)
二、基因工程操作流程	(157)
外来基因的取得和运载	(158)
外来基因的导入细胞	(160)
外来基因的检出	(161)
三、基因工程与生产实践	(164)
微生物基因工程和发酵工业	(164)
人类基因工程和基因治疗	(173)
动植物基因工程和转基因动植物	(179)
四、基因工程的回顾与展望	(189)
跋	(203)
主要参考书和图表来源	(213)

楔 子

×××是上海××中学高中二年级学生。他不幸患有一种多方求医都无法医治的病，据医生诊断这是一种由于缺少某种凝血因子而引起的遗传性疾病。这病虽然并不带来太大的肉体痛苦，不过终究对身心有一定的影响。好在对于×××来讲，与其说这病使他意志消沉，却反而在老师和父母的教育和鼓励下变成了一个“激励因子”——激励他与命运搏斗，激励他同情弱小者，激励他刻苦学习奋发图强。

他在小学到初中这几年中学习过钢琴，以后由于其他功课的压力而停止了正规训练，不过由于教琴老师的熏陶使他养成了欣赏音乐的习惯。他十分喜爱贝多芬的音乐。这不仅是由于优美的旋律、斑斓的音色和磅礴的气势，还由于教琴老师曾对他说过“贝多芬的音乐表现了人的尊严”是“人们丧失

信仰而感到惘然若失时所渴望的宗教。”他也喜爱丰子恺的画。这不仅是由于流畅的笔调和盎然的情趣，还由于它们流露着对弱小者的同情。

那天他读到报上关于无偿献血的报道，又看到《丰子恺漫画》中三幅题为瞻瞻的梦的漫画，晚上也做了一个梦。一早起来他迫不及待地告诉他的爸妈。他说他梦到自己为人打针，一针下去竟把一个患有凝血因子缺乏症的病人给治好了，又说病人为了对他表示感谢，送给他一篮有椰子味的苹果，说这些苹果是长在椰子树上的。他妈听了以后说“这倒是个好兆头，看来你的病有希望治好了。”他爸爸接着说“你们学校里的生物学老师不是在这些方面知道得不少吗？为什么不去和他谈谈呢？”于是×××便把他的梦境告诉了生物学老师。老师说“你不是听说过21世纪将是生命科学的世纪吗，你大概先一步跨进了21世纪了，到那时基因工程定将大放光芒。根治遗传病的基因工程称为基因治疗，你为病人注射的恐怕是凝血因子基因吧；把一种植物的基因输入另一种植物而改变它的性状的基因工程称为转基因，那长有苹果的椰子树大概已经接受了苹果的基因了。”接着老师又说“我听说复旦大学的一位老师正在就基因工程这方面写一本书，我们为什么不去向他请教请教呢。”他们真的这样做了。于是出现下面这一老中青三代人的谈话片断。

首先生物学老师把×××的梦境说了一遍，接着说：听说您老正在写一本基因工程方面的书。

老：是的，我正在构思中。

中：常说 21 世纪将是生命科学的世纪，可是生命科学范围很广，那么生命科学中什么学科将处于主导地位呢？

老：我认为遗传学将处于主导地位，这不仅是因为遗传学的原理与生命科学的不论哪一学科都有关，而且它是基因工程的基础，而影响人类生活的一个重要的方面将是基因工程。

青：基因工程将影响我们生活的哪些方面呢？

老：可以说任何一个方面。遗传病的治疗依靠基因治疗，这是医的方面。动植物品种改良依靠转基因手段，这是农的方面。利用通过基因工程方法构建的工程菌可以制造许多新药或食品添加剂等，这是医药、食品和轻工业方面。蜘蛛丝的强度超过钢材而重量远低于钢材，文汇报上载有一则新闻，说美国的杜邦公司已经将蜘蛛的丝蛋白基因导入细菌，使细菌在发酵缶里生产蜘蛛丝蛋白，这是新型材料方面。文汇报上还登载过一则名为“通过改变基因的方法，草地将四季常青”的消息，这是环境保护方面。基因工程还可以使花卉保鲜，这是美化生活方面，据说这在美国已经商业化了，在荷兰则转基因香石竹已获准进行田间试验，估计不久就可

以上市。

青：看来在 21 世纪中基因工程确实将影响人类生活的各个方面，那么你的书将是一本基因工程方面的书吗？

老：不，我的书将以较小的篇幅来讲基因工程本身，而以较大的篇幅来讲基因工程中的遗传学原理。

中：难道是一本遗传学教科书吗？

老：当然不是教科书，遗传学教科书和基因工程操作方面的书都已经够多了。我又何必东抄西袭再来画蛇添足。一本这方面的科普读物倒很需要。

中：刚才你说你正在构思中，能说说这书的内容吗？

老：可以，基因工程的核心当然是基因，所以书的第一部分专讲基因，除此以外遗传密码、基因突变、基因表达、基因调控等方面的知识都是基因工程的基础，所以书中也将介绍这些方面的知识，但只限于了解基因工程所要求的深度而不过多地涉及细节。基因工程是对基因进行操作的工程技术。在基因工程工作中首先往往要把某一基因从染色体上取下来，这就需要一些工具酶，取下的基因往往要和基因载体连接起来，然后把它导入到受体细胞中，这些也都是书中要介绍的内容。书中尽量避免技术性的细节而多多介绍事物的发现过程，让读者

更为深刻地认识科学发展的进程，品尝到科学研究中的甜酸苦辣。总之我将尽可能地兼顾知识性、启发性和趣味性以符合一本科普读物的要求。

青：我相信这将是一本有兴趣的书。

老：我还希望这书能老少咸宜。许多大人爱看小人书，我的老师的老师、已故的遗传学家李汝琪教授就爱看连环图画。我希望我这本书也能为年轻的基因工程专家所喜爱，他（她）们可能会在书中找到一些新鲜有趣或者有启发性的东西。

中：对于 21 世纪将是生命科学的世纪这点我想一定可以通过这书来理解。不过是不是可以认为 21 世纪生命科学中只有遗传学和遗传工程是重要的学科呢？

老：那不能这样说。生命的奥秘多着呢，生命科学中饶有兴趣的学科也多着呢。比方说发育生物学、神经生物学，这些都是既重要又富于挑战性的研究领域。它们在 19~20 世纪中发芽开花，相信将在 21 世纪结出丰硕的果实。这些学科的研究成果必定也和我们的生活密切相关，而且可能也和遗传病的医治有关。试想如果通过发育生物学的研究而能控制发育途径，那么或许有一天能使患有遗传病的胚胎发育途径由病态转向正常轨道，这岂不等于说不通过基因治疗而把遗传病治好了吗？

中、青：那么我们就等着读你的书了。